





دانشگاه تهران

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

موضوع

سرریز کلید پیانویی

Piano key weir

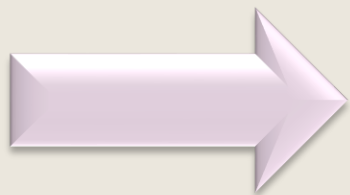
ارائه دهنده:

مائده فرخی

استاد درس:

جناب آقای دکتر امیری

مرجع مهندسی آب: WaterEng.IR



بالا آوردن سطح آب



اندازه‌گیری دبی از سراب به پایاب



عبور سیلاب و آب‌های اضافی

$$Q = CLH^{1.5}$$

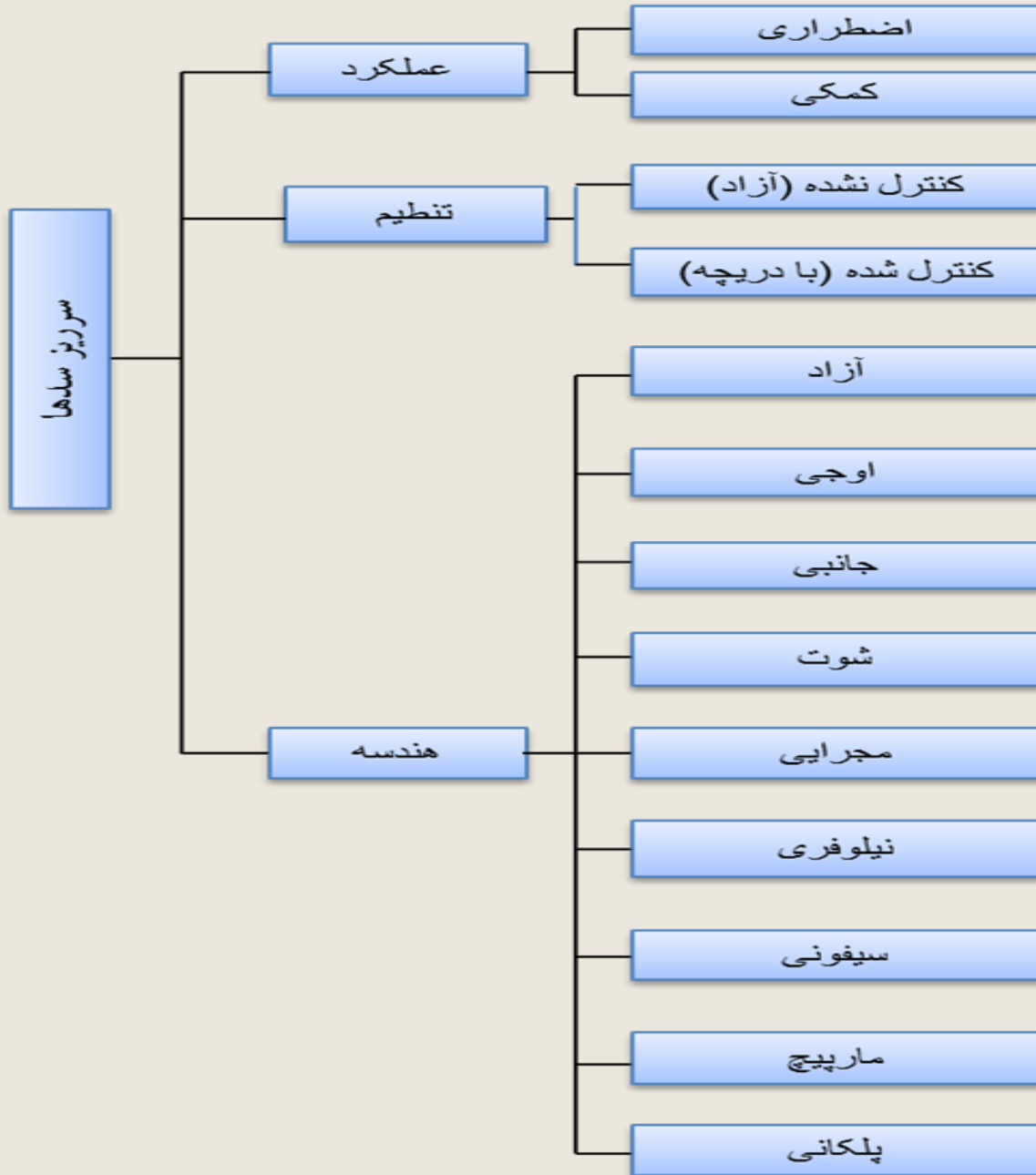
سرریز ها معمولا بصورت چند منظوره با اهداف زیر طراحی می گردند:

- الف) کنترل سطح آب بالادست
- ب) اندازه گیری شدت جریان عبوری
- ج) عبور جریانات سیلابی
- د) ایمنی ساخت و کارکرد تاسیسات سدهای مخزنی یا انحرافی
- ه) کنترل فرسایش بستر و دیواره رودخانه در بازه بالادست



عوامل موثر در طراحی سرریزها دبی سیل طرح محل سد اندازه و نحوه بهره برداری از مخزن





سرریزها را می توان از نظر **عملکرد**، **تنظیم**
و **هندسه** دسته بندی کرد

شکل و پروفیل تاج سرریز

سرریز ها باتوجه به شکل پلان به دو دسته کلی تقسیم می شوند



سرریز خطی



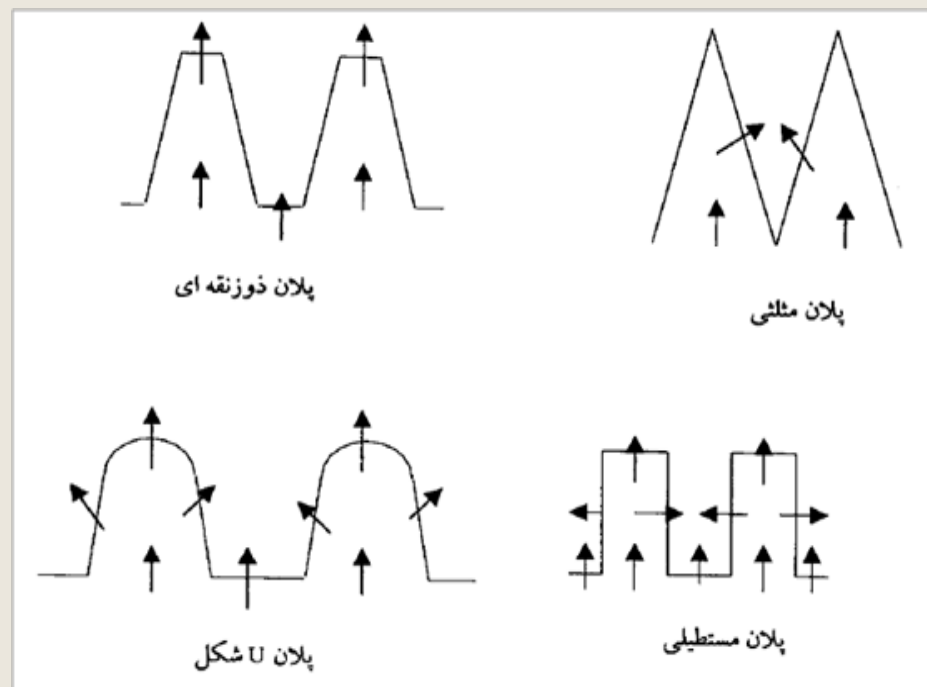
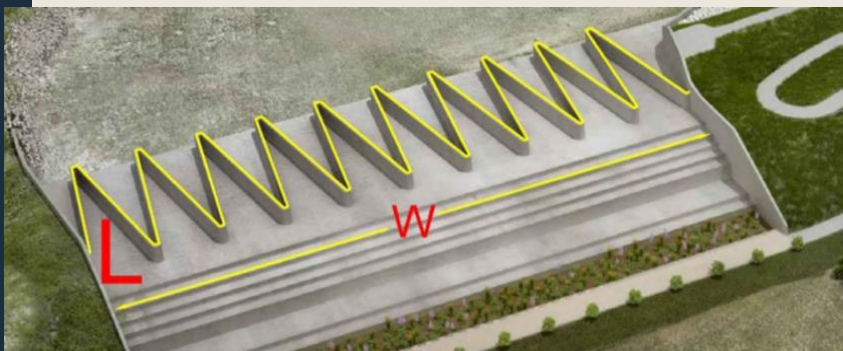
سرریز غیر خطی

سرریزهای غیر خطی نظیر سرریزهای انحنادار در پلان و یا سرریزهای کنگره‌ای ضمن افزایش طول عبوری جریان، باعث افزایش دبی جریان می‌شود



سرریزهای کنگره ای (Labyrinth weir)

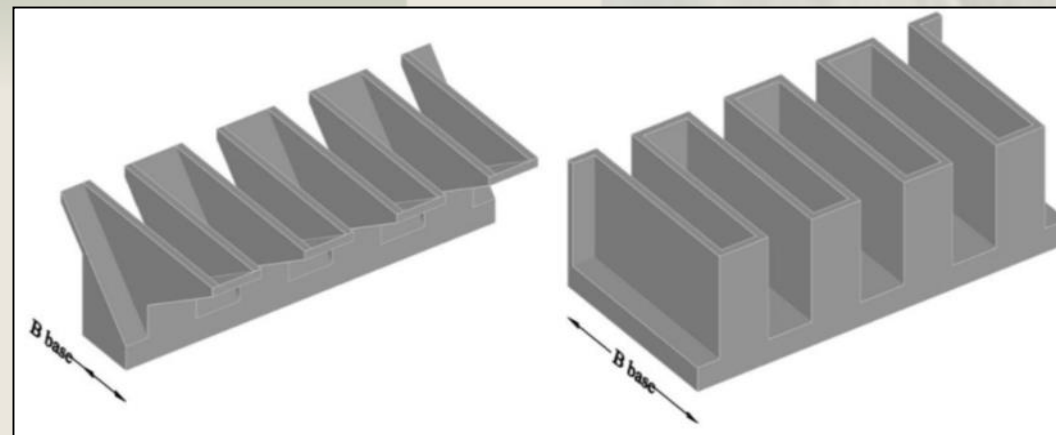
مقدمه



$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} L H_t^{1.5}$$

سرریزهای کلیدپیانویی (piano weir)

مقدمه



برتری سرریز کلیدپیانویی نسبت به سرریز زیگزاکی:

اجرای این نوع سرریزها نسبت به سرریزهای زیگزاکی، فضای کمتری نیاز داشته

حجم بتن ریزی این نوع سرریزها نسبت به سرریزهای زیگزاکی کمتر بوده

ظرفیت عبوری این سرریزها بیشتر از سرریز زیگزاکی با طول و عرض یکسان است

مزیت ها

✓ سرریز های کلید پیانویی می توانند تا ۴ برابر بیشتر از سرریز های اوجی با عرض و هد آب یکسان، جریان از خود عبور دهند (F. Lempérière 2005)

✓ هد آب بر روی سرریز کلید پیانویی هنگام عبور دبی یکسان با سرریز اوجی، کمتر از سرریز سنتی خواهد بود.

✓ با توجه به اینکه سرریز کلید پیانویی نیاز به سطح کم ساختگاه دارند می توان این سازه را بر روی سرریز های موجود سد مخازن اجرا کرد.

✓ افزایش حجم مخزن و حل مشکل رسوبگذاری با ایجاد سرریز کلید پیانویی بر روی سرریز موجود سد (صفرزاده ۱۳۹۵).

✓ جایگزینی سرریز سنتی موجود سد با سرریز کلید پیانویی می تواند بهترین گزینه برای تامین ایمنی سد در نظر گرفته شود.

مقدمه



مروری بر منابع

اولین سرریز کلیدپیانویی در سال ۲۰۰۶ بر روی سد گلورس در کشور فرانسه اجرا شده است.	Laugier
نشان دادند که در سرریزهای کلیدپیانویی دو نوع جریان غالب، جریان بر روی کلیدهای ورودی و جریان بر روی کلیدهای خروجی وجود دارد.	Lempérière & Ouamane (۲۰۰۶)
مقدار بهینه برای نسبت W_i/W_o ، برابر ۱/۲ است.	Hien و همکاران (۲۰۰۶)

مقدمه



مروری بر منابع

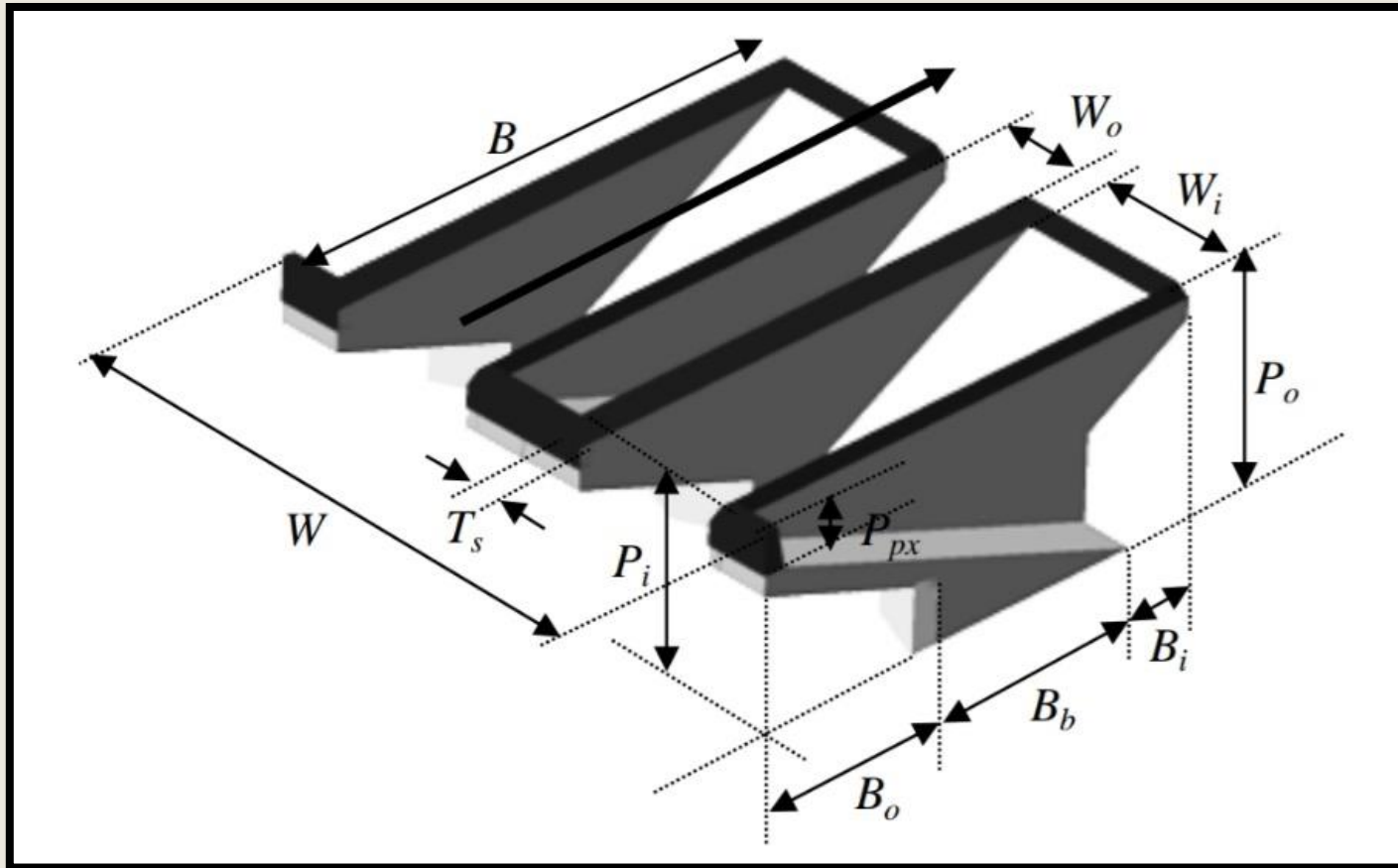
روند طراحی سرریز کلیدپیانویی اولین بار توسط این افراد ارائه شد.	Machiels و همکاران (۲۰۱۱)
باانجام آزمایشات روابط تجربی برای ضریب آبگذری این سرریز ها درحالت آزادومستغرق ارائه کردند	کبیری سامانی و جواهری (۲۰۱۲)
با مطالعه سه بعدی سرریز ها به این نتیجه رسیدند که ضریب آبگذری سرریزهای کلیدپیانویی بالاتر از سرریزهای زیگزاکی است.	صفرزاده و نوروزی (۱۳۹۲)

سرریز کلیدپانوی به همراه پارامترهای هندسی

مقدمه

مروری بر منابع

طراحی سرریز کلیدپانوی



مقدمه

مروری بر منابع

طراحی سرریز کلیدپیانویی

تقسیم بندی
سرریزهای
کلیدپیانویی

۱- تقسیم بندی بر اساس شکل پیشانی

۲- تقسیم بندی بر اساس شکل پلان

۳- تقسیم بندی بر اساس نحوه قرارگیری سیکل ها

مقدمه

مروری بر منابع



طراحی سرریز کلیدپیانویی

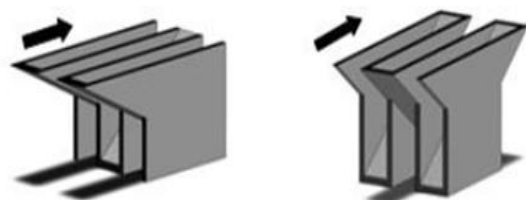
۱- تقسیم بندی بر اساس شکل پیشانی

الف) سرریزهای نوع A با پیشانی بالادست و پایین دست

ب) سرریزهای نوع B صرفاً دارای پیشانی بالادست

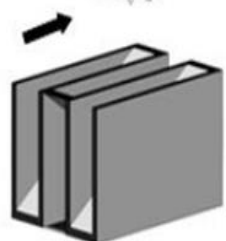
ج) سرریزهای نوع C صرفاً دارای پیشانی پایین دست

د) سرریزهای نوع D بدون پیشانی بالادست و پایین دست

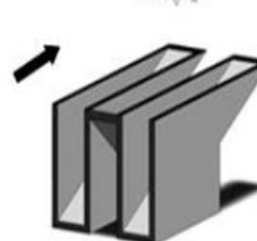


تیب A

تیب B



تیب D



تیب C

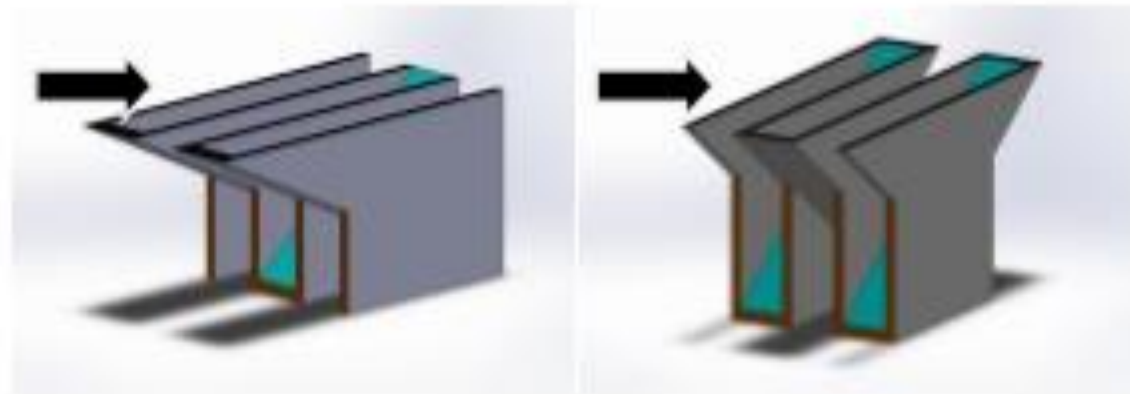
مقدمه



مروری بر منابع

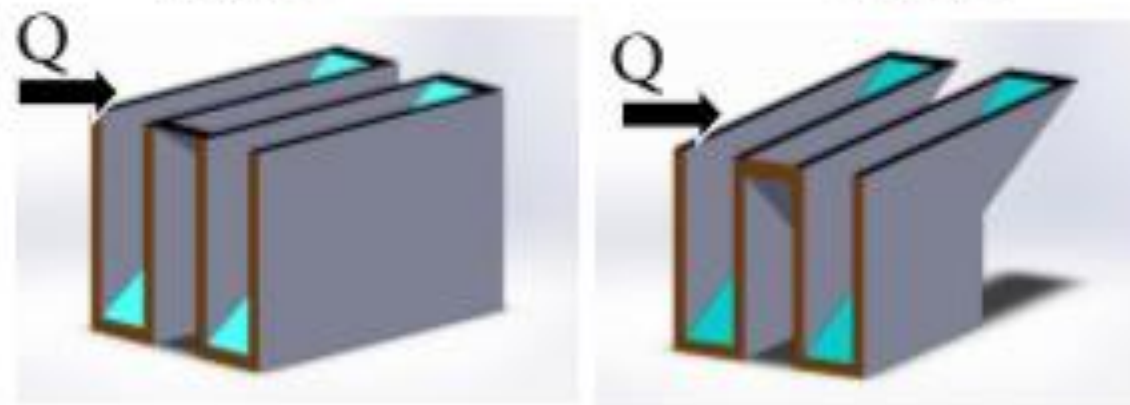


طراحی سرریز کلیدپیانویی



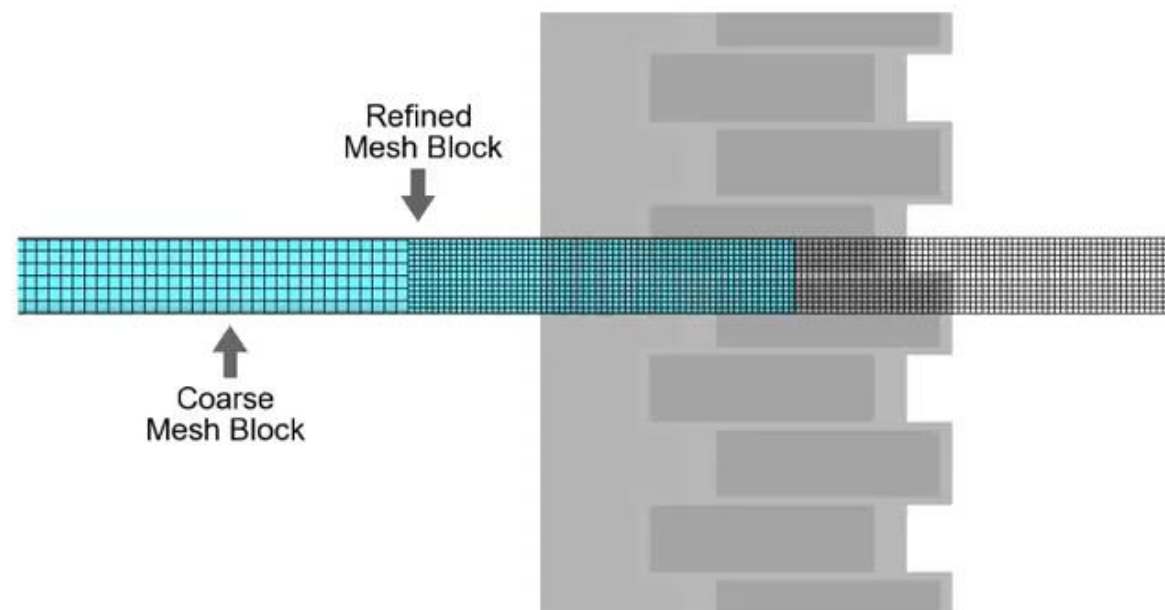
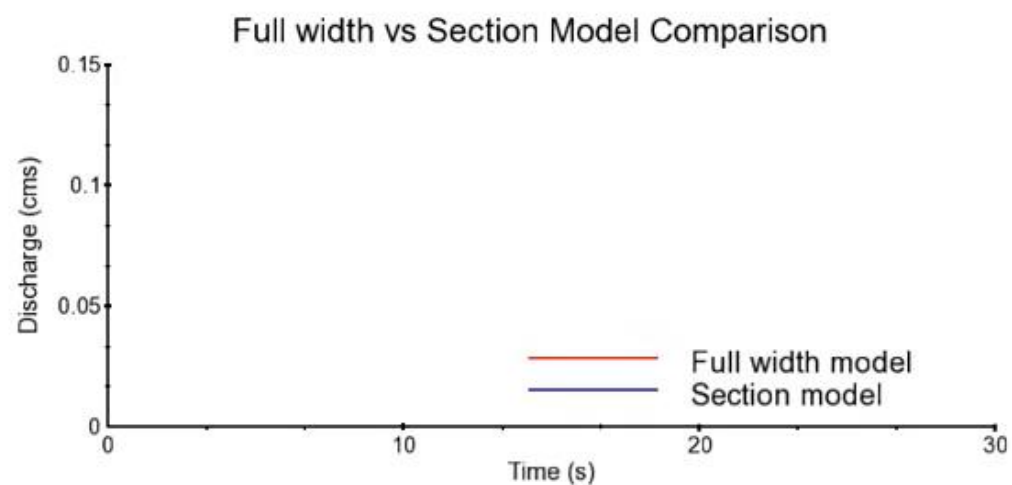
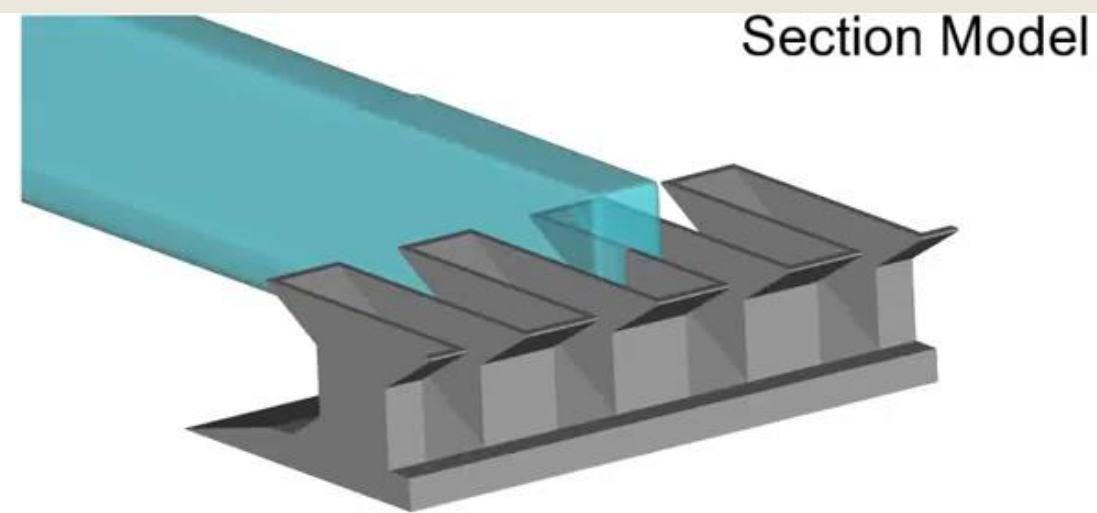
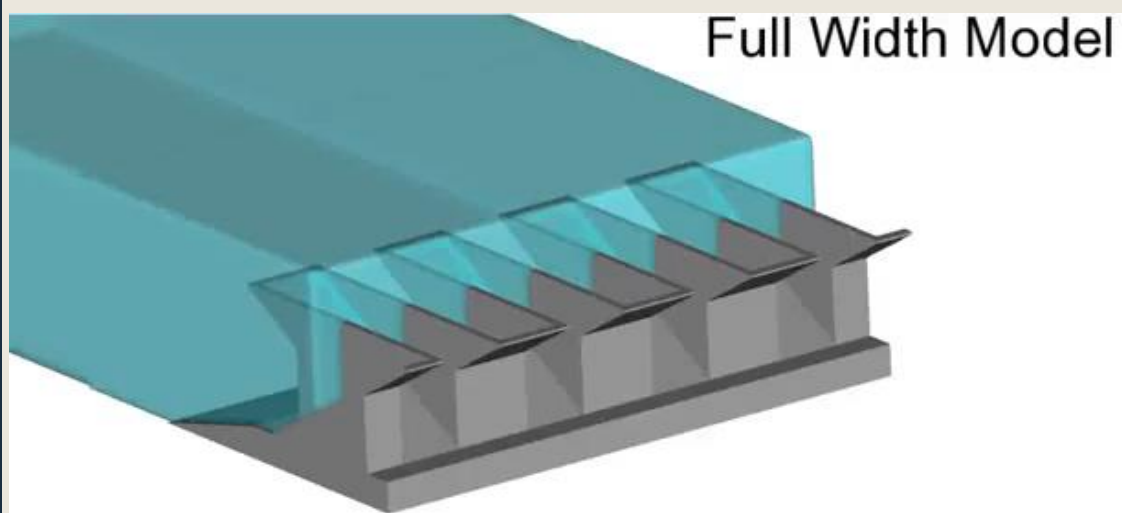
مدل B

مدل A



مدل D

مدل C



Time = 0.00

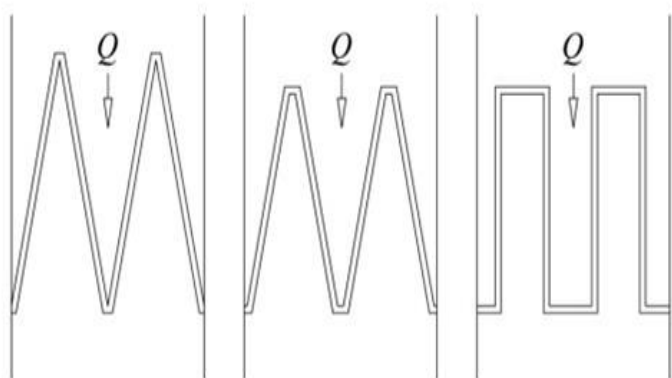
مقدمه

مروری بر منابع



طراحی سرریز کلیدپیانویی

۲- تقسیم بندی بر اساس شکل پلان



الف) سرریزهای با پلان مستطیلی

ب) سرریزهای با پلان مثلثی

ج) سرریزهای با پلان دوزنقه‌ای

مقدمه

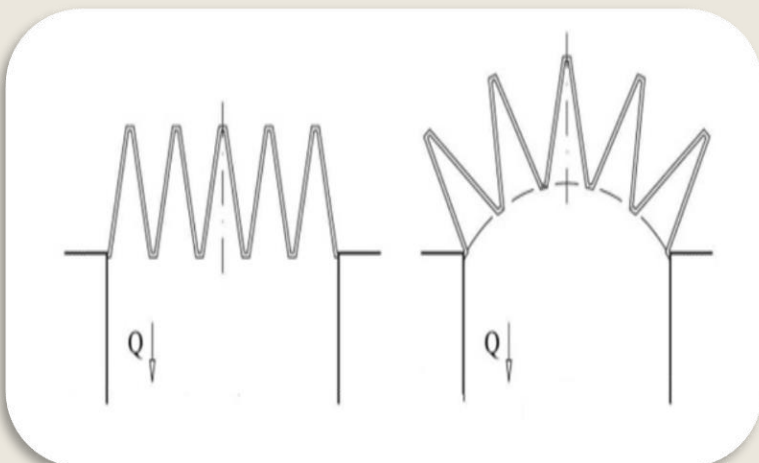
مروری بر منابع



طراحی سرریز کلیدپیانویی

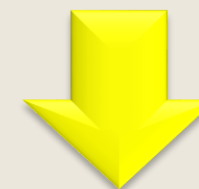
۳- تقسیم‌بندی براساس نحوه قرارگیری سیکل‌ها

الف) سرریز کلیدپیانویی خطی
ب) سرریز کلیدپیانویی قوسی



مقدمه

مروری بر منابع



طراحی سرریز کلیدپیانویی

ضوابط طراحی

1. P/Wu ، مقادیر بالا (تا مقدار) $1/3$ دارای راندمان بیشتری می باشند و مقدار بهینه هیدرولیکی آن است و $0/5$ مقدار بهینه اقتصادی این نسبت است (MACHIELS,2012).
2. L/W ، مقادیر بین 4 و 5 دارای بیشترین راندمان هیدرولیکی با ملاحظات اقتصادی می باشند (Lempérière and vigny,2011).
3. Bo/Bi ، در سرریز با ارتفاع کم مقادیر نزدیک به واحد و در ارتفاع های بلند مقدار 3 دارای راندمان بهتری است. مقدار بهینه اقتصادی این نسبت 1 و مقدار بهینه هیدرولیکی آن $0/333$ است (MACHIELS,2012).
4. Wi/Wo ، در سرریز با ارتفاع کم مقادیر نزدیک به واحد و در ارتفاع های بلند مقادیر بین $1/5$ و $1/25$ دارای راندمان بهتری هستند (MACHIELS,2012).
5. t ، ضخامت بالا می تواند تا 10% ظرفیت تخلیه را کاهش دهد (MACHIELS,2012).

مقدمه

مروری بر منابع



طراحی سرریز کلیدپیانویی

جزئیات ابعاد سرریزهای کلیدپیانویی و لبه تیز آزمون شده

پارامتر	PKWA	PKWB	PKWC	PKWD	Sharp-crested
P	۹/۳	۹/۳	۹/۳	۹/۳	۹/۳
Pm	۶/۸۴	۶/۴	۶/۴	۴/۶۵	-
L	۱۲۶/۵	۱۲۶/۵	۱۲۶/۵	۱۲۶/۵	۱۲۶/۵
W	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
Wi	۳/۶	۳/۶	۳/۶	۳/۶	-
Wo	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	-
Si	۴درجه	۴درجه	۴درجه	۴درجه	-
So	۴درجه	۴درجه	۴درجه	۴درجه	-
Bi	۴/۲۳	۸/۷۳	-	-	-
Bo	۴/۲۳	-	۸/۷۳	-	-
t	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۸
N	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	-

• تمام پارامترها بر حسب سانتی متر هستند.

• N تعداد سیکل ها را نشان میدهد

مقدمه

مروری بر منابع

طراحی سرریز کلیدپیانویی

نتیجه گیری کلی

مثال - کانالی با عرض ۲۵ سانتی متر و ارتفاع ۵۰ سانتی متر داریم و می خواهیم سرریزی با ارتفاع ۹/۳ سانتی متر در آن قرار دهیم برای بالا آوردن سطح آب و گذر بیشترین دبی، در صورتی که بخواهیم ارتفاع آب بالاسر سرریز ۲ سانتی متر باشد، انواع سرریزهای کلید پیانویی و سرریز لبه تیز را طراحی و مقدار دبی که از روی خود عبور می دهند را با یکدیگر مقایسه کنید.

در ابتدا باید سرریزها را طراحی کنیم. طبق اصول طراحی:

$$\frac{L}{W} = \frac{126}{25} = 5.04$$

نسبت طول به عرض باید بین ۴ تا ۵ باشد.

$$W_u = W_i + W_o + 2 \times Ts = 3.6 + 2.4 + 2 \times 0.5 = 7$$

عرض یک سیکل

$$\frac{P}{W_u} = \frac{9.3}{7} = 1.33$$

نسبت ارتفاع سرریز کلید پیانویی به عرض یک

سیکل ۱/۳ دارای راندمان بیشتری میباشد .

$$\frac{W_i}{W_o} = \frac{3.6}{2.4} = 1.5$$

نسبت عرض کلیدهای ورودی به خروجی باید بین

۱/۲۵ و ۱/۵ باشد تا بیشترین راندمان را داشته باشد.

با توجه به معادلاتی که برای محاسبه ضریب بده سرریزهای کلیدپیانویی و سرریز لبه تیز بدست آورده ایم، ضریب ها را محاسبه میکنیم:

$$CdA = \frac{\frac{h}{\bar{p}}}{0.39 + 7.89 \times \left(\frac{h}{\bar{p}}\right)^2} = \frac{\frac{2}{9.3}}{0.39 + 7.89 \times \left(\frac{2}{9.3}\right)^2} = 0.28$$

$$CdB = \frac{\frac{h}{\bar{p}}}{0.36 + 10.3 \times \left(\frac{h}{\bar{p}}\right)^2} = \frac{\frac{2}{9.3}}{0.36 + 10.3 \times \left(\frac{2}{9.3}\right)^2} = 0.25$$

$$CdC = \frac{\frac{h}{\bar{p}}}{0.34 + 8.9 \times \left(\frac{h}{\bar{p}}\right)^2} = \frac{\frac{2}{9.3}}{0.34 + 8.9 \times \left(\frac{2}{9.3}\right)^2} = 0.26$$

مقدمه

مروری بر منابع

طراحی سرریز کلیدپیانویی

آماده سازی تجهیزات
آزمایشگاهی

نتیجه گیری کلی

مقدمه

مروری بر منابع

طراحی سرریز کلیدپیانویی

آماده سازی تجهیزات
آزمایشگاهی

نتیجه گیری کلی

$$CdD = \frac{\frac{h}{p}}{3.55 + 3.9 \times \left(\frac{h}{p}\right)^2} = \frac{\frac{2}{9.3}}{3.55 + 3.9 \times \left(\frac{2}{9.3}\right)^2} = 0.22$$

$$Cd \text{ sharp - crested} = 0.57 \times \left(\frac{h}{p}\right)^{0.33} = 0.57 \times \left(\frac{2}{9.3}\right)^{0.33} = 0.08$$

$$QA = \frac{2}{3} \times Cd \sqrt{2g} \times LHt^{1.5} = \frac{2}{3} \times 0.28 \times \sqrt{2} \times 9.81 \times 126.5 \times 2^{1.5} \\ = 298.4 m^3/s$$

$$QB = \frac{2}{3} \times Cd \sqrt{2g} \times LHt^{1.5} = \frac{2}{3} \times 0.25 \times \sqrt{2} \times 9.81 \times 126.5 \times 2^{1.5} \\ = 210.78 m^3/s$$

مقدمه

مروری بر منابع

طراحی سرریز کلیدپیانویی

آماده سازی تجهیزات
آزمایشگاهی

نتیجه گیری کلی

حال باتوجه به رابطه (۱-۱) مقدار دبی عبوری از روی سرریزها را محاسبه می کنیم:

$$Q_C = \frac{2}{3} \times C_d \sqrt{2g} \times L H t^{1.5} = \frac{2}{3} \times 0.26 \times \sqrt{2} \times 9.81 \times 126.5 \times 2^{1.5} \\ = 279.5 m^3/s$$

$$Q_D = \frac{2}{3} \times C_d \sqrt{2g} \times L H t^{1.5} = \frac{2}{3} \times 0.22 \times \sqrt{2} \times 9.81 \times 126.5 \times 2^{1.5} \\ = 239.58 m^3/s$$

$$Q_{\text{Sharp - crested}} = \frac{2}{3} \times C_d \sqrt{2g} \times L H t^{1.5} = \frac{2}{3} \times 0.08 \times \sqrt{2} \\ \times 9.81 \times 126.5 \times 2^{1.5} = 94.33 m^3/s$$

با توجه به اعداد بدست آمده بهترین سرریز، سرریز کلید پیانویی نوع A است که بیشترین دبی را از خود عبور می دهد.



مقدمه

مروری بر منابع

طراحی سرریز کلیدپیانویی

آماده سازی تجهیزات
آزمایشگاهی

نتیجه گیری کلی

منابع

۱- صفرزاده، ا. و نوروزی، ب. (۱۳۹۲): "مقایسه هیدرودینامیک سه بعدی سرریزهای کلیدپیانویی و کنگره‌ای مستطیلی." کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری، تبریز.

۲- صفرزاده، ا. و نوروزی، ب. (۱۳۹۳): هیدرودینامیک سه بعدی سرریزهای کلید پیانویی انحنا دار در پلان. مجله هیدرولیک. دوره ۹، شماره ۳، پاییز ۹۳.

۳- صفرزاده، ا. و نوروزی، ب. (۱۳۹۲). "بررسی عددی تأثیر دیوار جانپناه بر عملکرد هیدرولیکی سرریز کلیدپیانویی"، پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب، تهران.

۴- صفرزاده، ا. و خیاط رستمی، س. (۱۳۹۴): ارزیابی آزمایشگاهی تأثیر ارتفاع بر هیدرولیک سرریزهای کلیدپیانویی مستطیلی مستغرق. نشریه علمی پژوهشی سد و نیروگاه برق آبی. شماره ۷، زمستان ۹۴.

5. Machiels, O. , Epricum, S. , Archehambeaue, p., Dewals, B. and Pirotton, M.(2012). Parapet Wall effect on piano key Weirs efficiency. J. irrig. Drain. Eng. 139(6), pp, 506-511.
6. Mehdi Baeimani , Mhmoud Shafaei Bajestan(2015). Numerical Modeling of Hydraulic Performance of piano keys Overflows with Different Geometry. CSJI36(4).PP.ISSN:1300-1949.
7. Lemperiere , F. and Quamane, A.(2003). A new cost – effective solution for spillways. Hydropower & Dams, 7(5), pp144-149.
8. Kabiri Samani, A.R. and Javaheri, A.(2012). Discharge Coefficient for free and submerged flow over the piano key weirs. J. Hydraulic Res 50(1), pp 114-120.
9. Anderson, R. M(2012). Piano key weir head discharge relationships. M.S.thesis , Faculty of Hydraulic Structures, Utah State University.
- 10- Riberio, M., Pfister, M., Schleiss, A. J. and Boillat, J. and Boillat, J. L. (2012). “Hydraulic design of A-type Piano Key weirs.” Journal of Hydraulic Research. 50(4), 400-408.
11. - Safarzadeh, A., Noroozi, B. (2015). “3D hydrodynamics of trapezoidal piano key spillways.” International Journal of Civil Engineering. 13(6), 345-358.

مقدمه

مروری بر منابع

طراحی سرریز کلیدپیانوی

آماده سازی تجهیزات
آزمایشگاهی

نتیجه گیری کلی

منابع

با توجه از تشکر شما

